

Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetsége - pályázati anyag
Dr. Büki Gergely Távhő Ígérete Elismerés

Átállás biomassza tüzelésre

Tagvállalat: Tatabánya Erómű Kft

Szerző: Berki Sebestyén

Cím: 2800. Tatabánya, Vájár köz 2.

2021.04.12.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	2
2. Átalakítás gazdaságossági, üzemviteli vonzatai	3
2.1. Kvótaárak	4
2.2. Tüzelőanyag költségek	5
2.3. Villanyárak.....	7
2.4. Üzemeltetési, karbantartási költségek	9
3. A biomassza tüzelésre történő átállás	10
3.1. Faapríték tárolása, feladása	12
3.2. Kazánpark	13
4. Összefoglalás.....	15
5. Felhasznált források	16
6. Irodalomból átvett ábrák jegyzéke	16

Előszó

A fűtési igények kielégítése alapvető emberi szükséglet, ennek pedig gazdaságosan és környezetbarát módon való megvalósítására kell törekedni. Jelen tanulmány célja annak bemutatása, hogy egy távhőtermelő létesítményben, jelen esetben a Tatabánya Erőmű Kft-nél a tüzelőberendezéseknek, a fosszilis energiahordozóról biomassza tüzelésre való részleges átállása milyen gazdaságossági előnyöket, üzemeltetési változásokat hozott, ezzel alátámasztva a technológiai váltás szükségességét és hogy felhívja azon termelők figyelmét, akiknek lehetőségük lenne egy hasonló átalakításra, fejlesztésre, hogy milyen tényezőkkel számolhatnak.

1. Bevezetés

A fűtési és használati melegvíz igényeket kiszolgáló távhőellátás jellemzően gazdaságosabb és kényelmesebb technológia, mint az egyedi fűtési rendszerek. A gazdaságosság természetesen függ az adott település elrendezésétől, a távhőrendszer felépítésétől, a rendszerre kapcsolódó fogyasztók számától, a termelő létesítmény és szolgáltató változó, állandó költségeitől, amiből kiemelhetjük az alkalmazott tüzelőanyag minőségi jellemzőit, felhasználhatóságát, beszerzési árát.

Nagy általánosságban elmondható, hogy minél többen csatlakoznak a rendszerre, annál inkább megéri gazdaságossági szempontból a távhőtermelőnek, a szolgáltatónak és főleg a fogyasztóknak. Minél rosszabb minőségű tüzelőanyagot hasznosítunk a távhőtermelői berendezésekben, amit háztartásokban vagy egyéb ipari létesítményekben gazdaságosan, környezetbarát módon már nem lehetne felhasználni, annál előnyösebb a távhőellátás. Mint minden szolgáltatásnál, itt is a végfelhasználók szempontjai voltak mindig is az elsődlegesek, de a 21. században a fogyasztói elvárások, azok középpontba való állítása fokozódott.

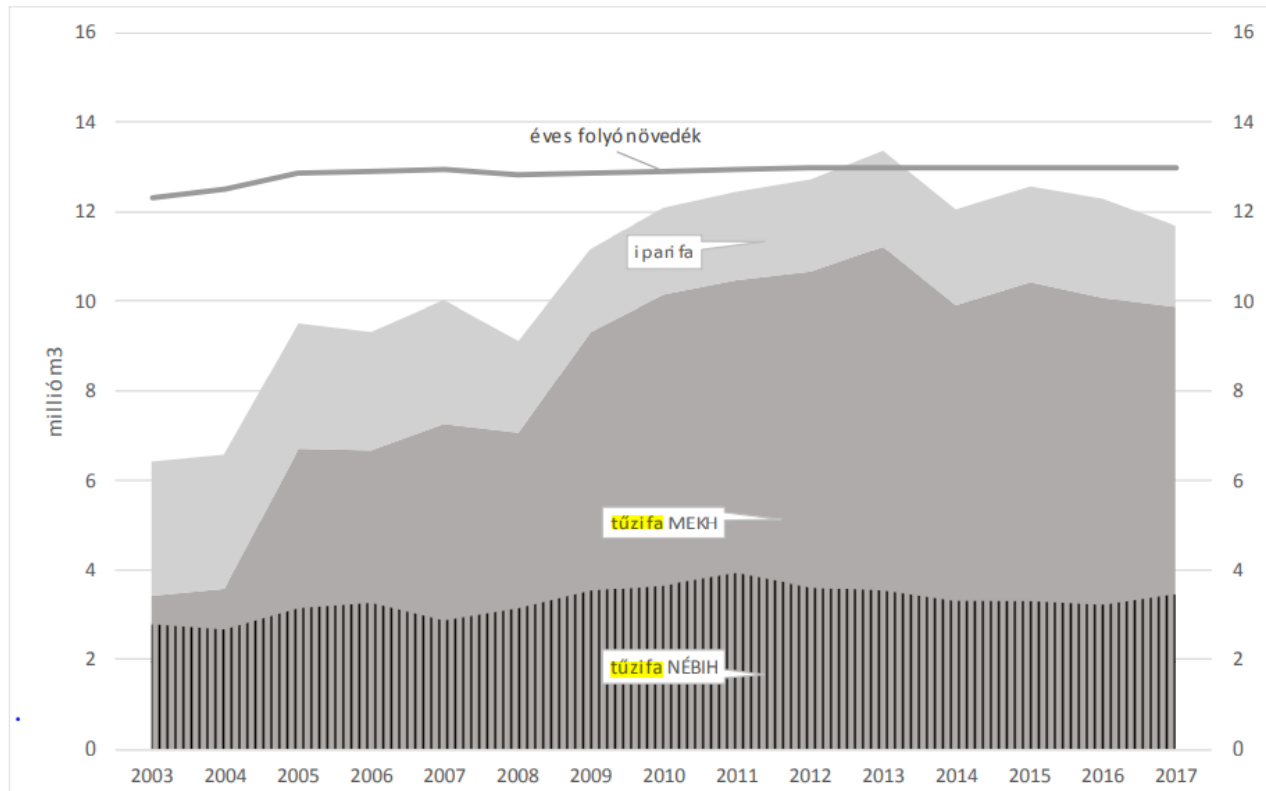
Az aktuális nemzeti energiastratégiánk [1] (NET), igazodva az Európai Unió által elfogadott klímavédelmi célok eléréséhez, összhangban a Párizsi Éghajlatvédelmi Egyezményvel tartalmazza a távlati célokat 2030-ra és az utána következő évtizedre. Hazánk 30 %-os üvegházgáz emisszió csökkentést vállalt 2030-ra a 2005-ös évhez képest és ezt részben a távfűtésben és a villamosenergia-termelésben történő nagyobb megújuló energiaforrás alkalmazásával tervezzük elérni. A villanytermelésre felhasznált energiahordozók tekintetében 90 %-os megújuló arány elérése a fő cél, a bruttó végsőenergia-felhasználáson belül pedig minimum 21 %-os megújuló részesedést irányoztak elő.

A stratégia része a fejlett országokban már egyre nagyobb teret nyerő decentralizált energiatermelési, felhasználási struktúrák kialakítása, ezek előnyben részesítése. Ez elsősorban a kisebb települések, szigetüzemben működő létesítmények esetében mérvadó, nagyobb népsűrűségű városokban, ahol a jelenlegi technológia szintnek megfelelően nem lehetséges a főleg a fűtési igények saját erőforrásból való megtermelése, ott elsősorban a környezetbarát módon előállított távhőellátás a versenyképes megoldás. Ezekkel a célokkal összhangban és az importfüggőséget is csökkentve, az energiastratégia előtérbe helyezi a távfűtő rendszerek biomassza tüzeléssel való megvalósítását, a Zöld Távhő program keretein belül.

További előny lehet, hogy kormányrendelet [2] értelmében 2021-től csak olyan ingatlanok kaphatnak használatbavételi engedélyt, melyek a teljes energiaszükségletük negyedét megújuló energiaforrásból képesek előállítani. Egy átlagos háztartásnak nagyjából háromnegyedét teszi ki a fűtési és használati melegvízigények kielégítése, tehát egy biomassza tüzelésű távfűtő erőmű rendszerére csatlakozva, ez az előírás könnyedét teljesíthető.

A haza primerenergia-felhasználás kb. 40 %-a fordítódik a hőigények kielégítésre, ennek nagyobb része a fűtési hő és használati melegvíz előállítása. Magyarországon az évente újratermelődő biomassza mennyisége 1100-1200 PJ [3], ami magasabb, mint hazánk éves energiafelhasználása [4]. Egy 2006-os MTA tanulmány adatai szerint ebből kb. 405-540 PJ energia lenne reálisan hasznosítható [5], 2020-ban kb. 60 PJ volt a biomassza energiafelhasználásunk. Egy frissebb kutatási eredmény alapján [6] azonban, főleg a lakossági tűzifa-felhasználás mértéke

emelkedett jelentősen az elmúlt évtizedben és az 1-1. ábrán látható, hogy a forrásoldali tűzifa és iparifa-kitermelés (tűzifa NÉBIH), a tűzifa-felhasználás (tűzifa MEKH) és az erdeink éves biomassza növekménye között a különbség már jelentősen csökkent. Mindennek ellenére még mindig elmondható, hogy nagy potenciál rejlik ezen a piacon.



1-1. [ábra](#) – tűzifa források és felhasználások

A jelenlegi végsőenergiafelhasználásunk kb. 750 PJ [7], aminek mintegy harmadát a háztartások alkotják és ennek nagyobb része a fűtési és HVMV igények fedezésére fordítódik (kb. 200 PJ). Ezzel szemben hazánkban megtermelt és szolgáltatott távhőenergia mennyisége kb. 35 PJ [8]. Figyelembe véve ezt a bővülési lehetőséget, az előzőekben ismertetett, kötelezően vállalt energetikai célokat, a hazai stratégiai tervek kiemelten kezelik a távhőellátás területét, ezen belül pedig megújuló energiaforrások minél fokozottabb hasznosítását.

2. Átalakítás gazdaságossági, üzemviteli vonzatai

Egy fosszilis tüzelésű távhőtermelő létesítmény esetében a megújuló energiahordozó felhasználásra való áttérés (a jelen esetben vizsgált biomassza faaprítékra) számos üzemeltetési és gazdasági előnnyel és hátránnyal jár, de a hazai és nemzetközi tendenciákat nézve elmondható, hogy jellemzően rentábilis egy ilyen beruházás. Az alábbi főbb tényezőket érdemes vizsgálni egy fejlesztés során:

- Hazai energiapolitikai célokhoz való illeszkedés:
 - ezzel összefüggésben várhatóan a jövőben erősödni fognak a karbonmentes technológiai áttérések ösztönzései, pl. támogatások formájában,
 - szigorodó emissziós határértékeknek való megfelelés,

- hazai energiaforrás felhasználása, importfüggőség csökkentése.
- Erőmű változó költségeinek alakulása:
 - üvegházgázok költségcsökkenése: a megújulók hivatalosan nem bocsátanak ki üvegházhatást okozó gázokat, az ingyenes kvótaosztások miatt a piacon pedig értékesíthető a fel nem használt mennyiség,
 - tüzelőanyag beszerzési költségei, forrásai. Az apríték fajlagosan jellemzően olcsóbb, mint a földgáz,
 - növekvő karbantartási és üzemeltetési igények.
- Szilárd tüzelésű technológia miatti többlet munkaerőigény: ez a cég szempontjából részben hátrányos tulajdonság, de összgazdasági szempontból nézve plusz munkaerőt teremt nemcsak a cégnél, de a létesítményt kiszolgáló vállalkozásoknál, az árbevételeiket növeli, ebből kifolyólag nemzetgazdasági szempontból nézve támogatandó.
- Beruházási igények, támogatási lehetőségek, megtérülés elemzése.

A következő pontokban csak a legfontosabb tényezőket emelem ki, melyek a faapríték-tüzelésre való átállásnál szerepel játszanak.

2.1. Kvótaárak

Az uniós klímacélok, a teljes dekarbonizáció elérésére való törekvés, az üvegházgáz kereskedelmi rendszer minél hatékonyabb működtetését, minél több ágazat bevonását és az ingyenesen allokált kibocsátásra felhatalmazó kvótaegységek évről-évre való csökkentését eredményezik.

Idén vette kezdetét az EU-ETS kvótakereskedelmi rendszer 4. periódusa, ami az évtized végéig fog tartani. A kibocsátó létesítményeknek minden évben vissza kell adniuk a hatóság felé azt a kvótamennyiséget, melyet az előző évben bocsátottak ki. Ezt ingyen kapják az államtól vagy árverésen kell megvenniük. Az előző kereskedelmi periódusban átlagosan már több, mint 50 %-ot a piacon kellett beszerezni. A kereskedelmi rendszerben kötelezően résztvevő vállalatok prognosztizált, megengedett összkibocsátását fokozatosan csökkentik és ez a szűkülő kvótamennyiség hivatott környezetvédelmi célú beruházásokra ösztönözni a cégeket és kibocsátáscsökkentésre.

A távhőtermelő létesítmények esetében a távhőszolgáltatás érdekében eltüzelt üvegházgázok után eddig ingyenesen allokálták a kvótamennyiséget (villamosenergia-termelésre nem), de a mostani periódustól kezdődően ezt új nyomkövetési tervekkel ellenőrzik, hogy pontosabban lehessen tervezni a múltbeli adatok alapján és várhatóan 2030-ra már nem lesz ingyenes allokáció [9].

Az 2-1-es ábrán megfigyelhető 2010 óta az EUA napi kvótaárak alakulása. A Nemzeti Energia- és Klímaterv [10] (NEKT) 2050-re már 88 EUR/tonna árfolyammal kalkulál és az már most látható, hogy a koronavírus miatti átmeneti gazdasági visszaesést leszámítva a jelenlegi árak valóban ebbe az irányba haladnak.



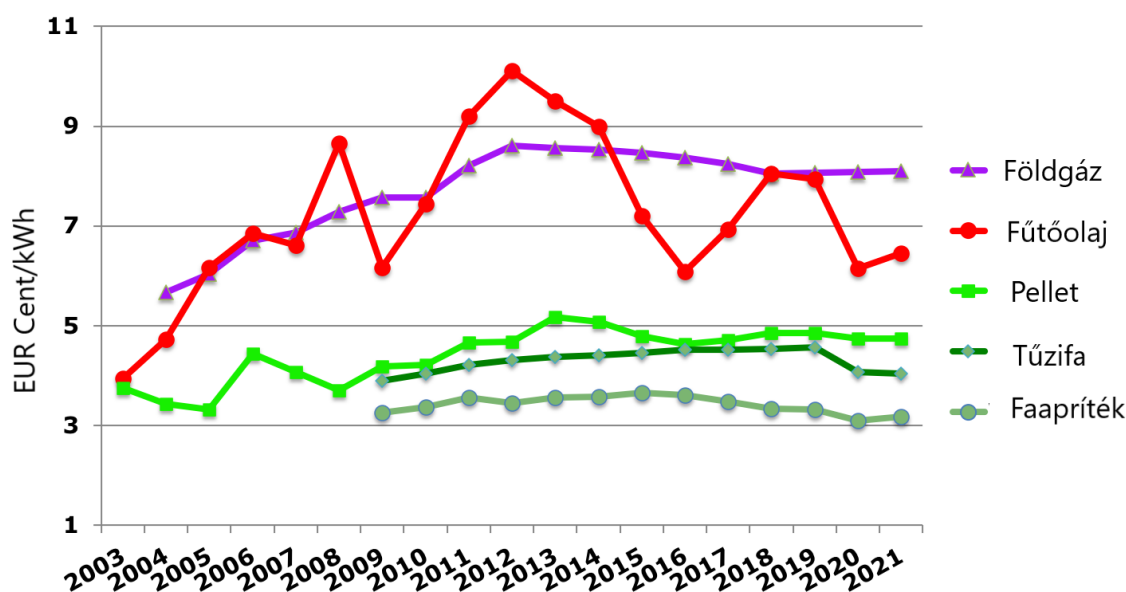
2-1. [ábra](#) – CO₂ kvótaárak múltbeli alakulása

A kvótaárak egy földgáztüzelésű létesítmény esetében elméletileg a távhő ármeghatározásnál figyelembe vannak véve (bár ez erőműveként eltérő lehet) és indokolt költségként megtérítésre kerülnek, de az ármeghatározás módszere módosulhat. A kvótaárak teljes mértékű elszámolása így nem ösztönzi a termelőket a megújulók irányába történő fejlesztésekkel és bizonyos mértékben akár torzíthatja is a piacot. Hiszen egy fosszilis tüzelésről történő átállás, habár általában részben hazai vagy uniós támogatással valósul meg, de így is jelentős beruházási költséggel jár és várhatóan a karbantartási költségek is jelentősen emelkednek. A beruházónak és ezáltal a távhő fogyasztóknak is többletköltséget jelentene egy ilyen fejlesztés, ahhoz képest, ha nem történt volna átalakítás, ami a távhőellátásról szóló törvénnyel [\[11\]](#) ellentétes lenne.

A biomassza fejlesztés előtt az erőművünknel évente kb. 100 e t CO₂ kibocsátások adódtak, ami az akkori árfolyamon még kisebb tétel volt, ráadásul az ingyenes allokációk miatt jellemzően csak a villamosenergia-előállítás után kellett kvótát vásárolni. A fejlesztés nélkül ez most kb. 1,5 Mrd Ft-os költség lenne, ami bármely hasonló nagyságú erőműnek jelentős kiadás. Az allokáció fokozatos csökkentésével és ennek az elismert költségként való megtérítése miatt a kvótavásárlások várhatóan egyre nagyobb terhet rónak majd a termelőegységekre.

2.2. *Tüzelőanyag költségek*

A biomassza tüzelésre irányuló fejlesztések elsősorban nem az eltüzelt üvegházgázok utáni kvótaköltségek, mint változó költségtételek jelentős mértékű csökkenése miatt gazdaságosak, hanem az olcsóbban beszerezhető tüzelőanyag miatt. A gázáraknak van egy jó becsülhető szezonális változása, a fűtési idény kezdetére jellemzően magasabbak, tavaszra viszont lecsökkennek és nyáron érik el a mélypontot, amikor a kereskedők töltik a gáztárolókat.



2-21. [ábra](#) – Lakossági energiahordozó árak alakulása

A különböző típusú biomasszák, esetünkben az erdei faapríték, már kevésbé függ a gázárak változásától. Természetesen, ha drágul a gáz, akkor a lakossági és ipari fogyasztók, ahol a technológia megengedi, a rugalmasságuktól függően átállnak biomassza tüzelésre, a növekvő kereslet pedig végsősoron emelni fogja az apríték árát, de a gázárakhoz képest kevésbé változékonyak. A 2-21. ábrán megfigyelhetők különböző típusú lakossági tüzelőanyagok árváltozásai, innen lehet következtetni a nagykereskedelmi piacon jellemző biomassza árakra is, a különböző energiahordozók költségei hasonló arányban érvényesek itt is.

A 2-22. ábrán a holland TTF gáztőzsde heti árainak alakulása látható. Elmondható, hogy az elmúlt 2 évtized nagyobb gazdasági válságain kívül is nagymértékű a gázár ingadozása, ami nagy probléma, mert a távhőszektorban is jellemzően a holland (vagy manapság az osztrák VTP) tőzsdei árindexálásokkal szerződnek a termelők a kereskedőkkel, a MEKH is ezt az indexálást részesíti előnyben a távhő ármeghatározásánál, szemben a fix árra történő szerződéskötésekkel. Ez utóbbinál ugyan kisebb a bizonytalanság, de várhatóan magasabb árakat is ajánlanak a kereskedők.

A gázár előrejelzések tekintetében nagy szórásokat prognosztizálnak, részben a koronavírus járvány miatt és az aktuális klímapolitikai célokkal kapcsolatos bizonytalanságok következtében, de további áremelkedések várhatóak.



2-22. [ábra](#) – TTF heti gázárak alakulása

Az unió célja teljes dekarbonizáció, így a felhasznált gázmennyiségek csökkenése is várható, a hazai energiastratégia is kb. 20 %-os gázfelhasználás csökkenést tervez 2030-ra [2] a jelenlegi szinthez képest, várhatóan a gázárak is emelkedni fognak.

Cégünknel a biomassza fejlesztési projekt előkészítésekor kb. 3000 Ft/GJ gázzal és 1500 Ft/GJ aprítékárral kalkuláltak, a 3. ábrán is látható, hogy ez az arány akkor reális volt, jelenleg a kedvező piaci gázár miatt és a kevésbé változó apríték árak miatt kb. 1700-2000 Ft/GJ tartományban lehet szerződni mindkét energiahordozóra.

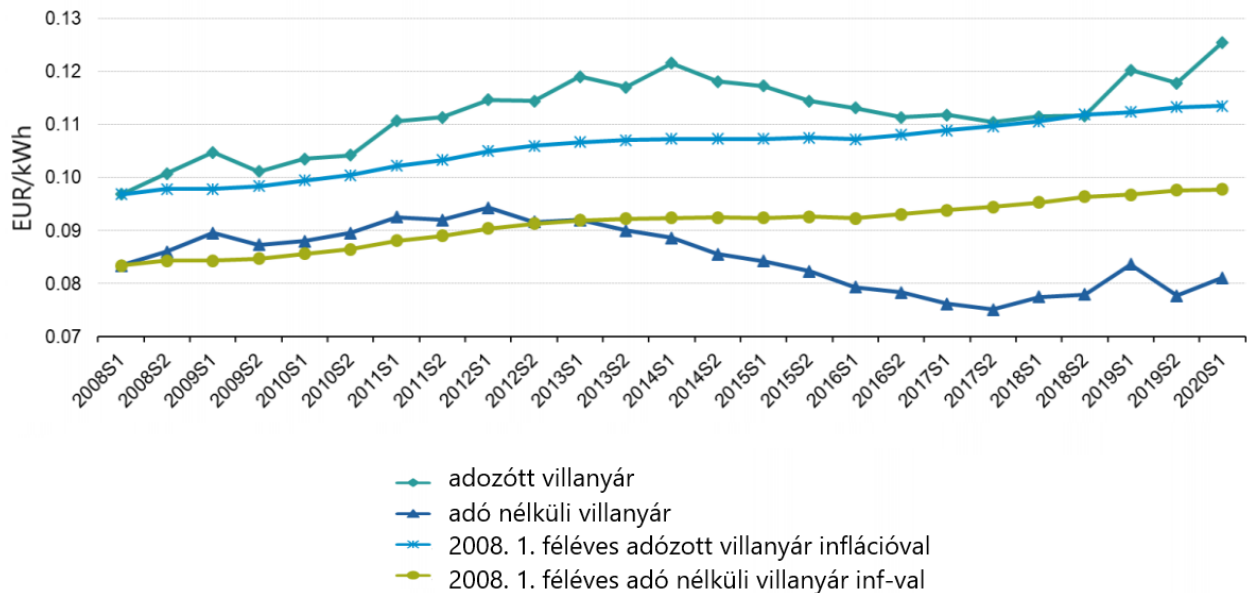
2.3. Villanyárak

A távhőtermelő létesítmények biomassza tüzelésre történő átállása során, amennyiben gáztüzelésről történik a technológiai váltás, a tüzelőberendezések villamosenergia-igénye jelentős mértékben emelkedni fog. A szilárd tüzelésű technológia fajlagosan nagyobb levegőáramokat igényel, valamint a tüzelőanyag és az égéstermékek mozgatása is többlet feladatként jelentkezik.

Cégünknel egy fűtési szezonban kb. 60-70 MW_{th} hőteljesítményt szolgáltatunk átlagosan, a biotüzelésre történő átállással kb. 1 MW_e-al nőtt a villamos önfogyasztásunk, ennek nagyjából a dupláját kéne vételeztünk, ha nem üzemeltetnénk gőzturbina-generátor gépegyeségeket. A villamosenergia-igények várhatóan tovább növekednek, 2040-re a jelenlegi szintnél kb. 30 %-kal lesz magasabb hazánk bruttó villamosenergia-fogyasztása [2] és a kereslet növekedésével a villanyárak is növekedni fognak. A megújuló energiák fokozottabb felhasználása nem feltétlenül csökkenti a villamosenergia-árakat, hiszen ezek jellemzően magasabb beruházási igényűek, a villamosenergia-szektor is bővíteni kell ezeknek a rendszerbe illesztésével és a hálózatok szabályozása is nehezebb lesz.

A villamosenergia-rendszerek nagyfokú országos összeköttetése és a villamosenergia, mint termék fizikai jellemzői miatt a különböző kereskedelmi tőzsdén jegyzett árak között egyre kisebb

az eltérés, szabadpiaci kereskedelem folyik. Az 2-3. ábrán látható 2008-tól a nem lakossági EU-s fogyasztók, féléves piaci villanyárainak alakulása. A kereskedői árréssel csökkentve a termelők ettől olcsóbban értékesíthetik a villanyt, jelenleg kb. 50-60 EUR/MWh áron alakulnak a másnapi árampiacon az árak a napszaktól függően [12].



2-3. ábra – 2008-2020 közötti féléves piaci villanyárak alakulása

Nagy előny tehát egy távhőtermelő létesítménynek, különösen szilárdtüzelésű technológiák esetén, ha nem szükséges villamosenergiát vételeznie. További előny, hogy a megújuló energiaforrásból előállított villany hatósági rendelet értelmében támogatandó.

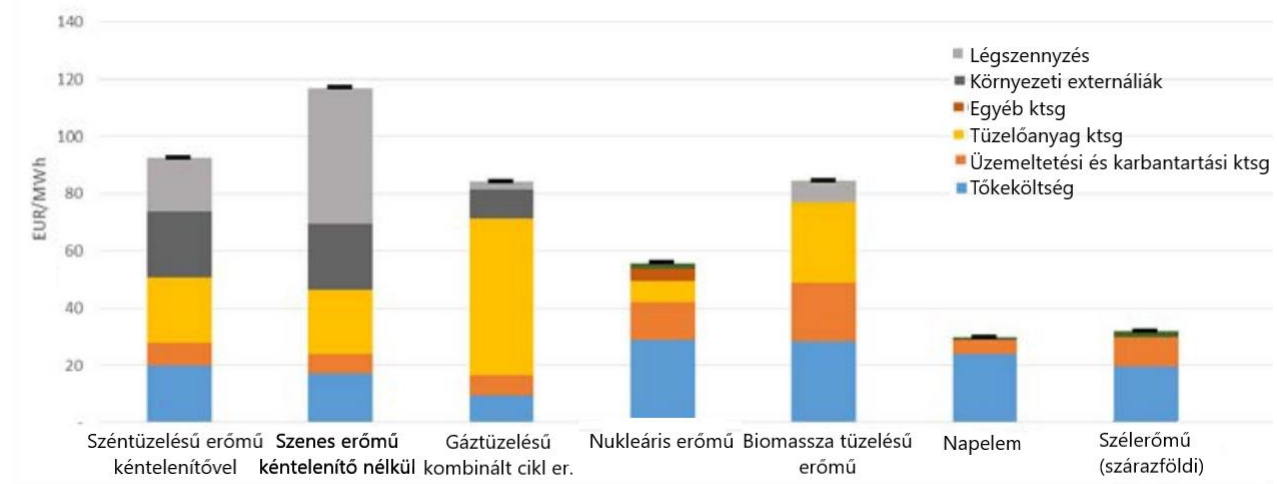
Korábban, a már többször átalakított KÁT rendszeren belül és az újabb METÁR rendszeren keresztül lehet értékesíteni a villamosenergiát a versenypiaci árak fölött, biztosítva ezáltal a beruházás megtérülését [13]. A KÁT rendszerben, a napszaktól függően fix áron veszi át a MAVIR a villanyt (az erőművi technológia típusától is függően), a METÁR rendszerben pedig egy prémium típusú támogatási formát alkalmaznak, tehát a termelő bevétele egy fix támogatott ár és a szabadpiaci ár különbségéből adódik. Ez ösztönzi a szereplőket, hogy inkább a csúcsidőszakban termeljenek, mikor magasabb a piaci ár, a villamosenergia iránti kereslet ekkor magasabb.

Cégünk a gőzös erőműrészsel a KÁT rendelet hatálya alá tartozik és mivel a biomassza átalakítás barnamezős beruházásnak minősült, jelenleg csúcsidőszakban (munkanap 6-22 óra között) 23,71 Ft/kWh, völgyidőszakban 15,59 Ft/kWh áron veszi át a MAVIR a termelt villanyt és értékesíti azt a KÁT mérlegkörén keresztül a szabadpiacon (ún. BARNA KÁT kategóriában, a „használt berendezést is tartalmazó erőműben termelt” villamosenergia kategóriába tartozunk). Ezeket az árakat összevetve az idei január-március közötti, magyar áramtőzsdén jegyzett másnapi termékek áraival (csúcsidőszakban kb. 21,8 Ft/kWh, völgyidőszakban kb. 16,4 Ft/kWh), elmondható, hogy összességében magasabb áron lehetséges az értékesítés, mintha azt a piacon adnánk el.

A völgyidőszaki, piaci árak, habár alacsonyabbak, mint amit nálunk figyelembe vesznek, de a támogatott árak miatt így függetlenek vagyunk a piaci folyamatoktól, adott esetben pedig fennáll a lehetősége, hogy a fosszilis tüzelés részarányát megnövelve az értékesített villanyért részben piaci, részben a támogatott árat kapjunk. Ezt akkor használjuk ki, amikor kiszámíthatóan magasabb árak jellemzőek a piacon. Figyelni kell a megújuló energiafelhasználás részarányának minimális tartására (25 %), különben a KÁT mérlegkörből kizárhatják a termelőt. Az egyéb tüzelőanyagforrásokból előállított villanyra, attól is függően, hogy zöldmezős beruházás keretén belül valósult-e meg a technológiai fejlesztés magasabb átvételi árak érvényesek (26-33 Ft/kWh), hiszen itt a magasabb beruházási igényeknek kell a támogatási időszak alatt megterülniük.

2.4. Üzemeltetési, karbantartási költségek

A szilárd tüzelésű technológiáknál az üzemeltetés is bonyolultabb és a karbantartási igények is magasabbak a gáztüzeléshez viszonyítva, jóval több kiegészítő berendezés szükséges a megfelelő és biztonságos üzemeltetéshez. A faapríték beérkeztetése, deponálása, kazánokhoz való eljuttatása, majd az égési maradványok elszállítása egy jelentős többlet feladat. A szilárd tüzelőanyagok a feladórendszeren való továbbítása és a salak, pernye kiszállítása is jelentős koptató hatással bír, a szállítórendszer és a kazán belseje is fokozott igénybevételnek van kivétel, ezáltal a karbantartási igények is emelkednek. A 2-4. ábrán megfigyelhetőek különböző villamosenergia-termelési technológiák teljes élettartamra vetített költségösszetevői és a várható teljes villamosenergia-előállítási költség. Ha az értékesített termék, részben vagy teljesen hőenergia, a költségösszetevők arányai abban az esetben is hasonlóak.



2-4. [ábra](#) – Különböző erőművi technológiák költségtenyezői

Látható, hogy a biomassza alapú technológia befektetendő tőkeköltsége, üzemeltetési, karbantartási igényei kb. duplája, háromszorosa a gáztüzelésű technológiához viszonyítva, viszont a tüzelőanyag ráfordítása jóval kedvezőbb. Tisztán önerőből, piaci alapon tehát jellemzően nem gazdaságos egy ilyen beruházás, részben ezért is valósulnak meg a megújuló technológiai beruházások részben támogatásból és az értékesítendő villamosenergia-ár is ezért hatóságilag szabályozott.

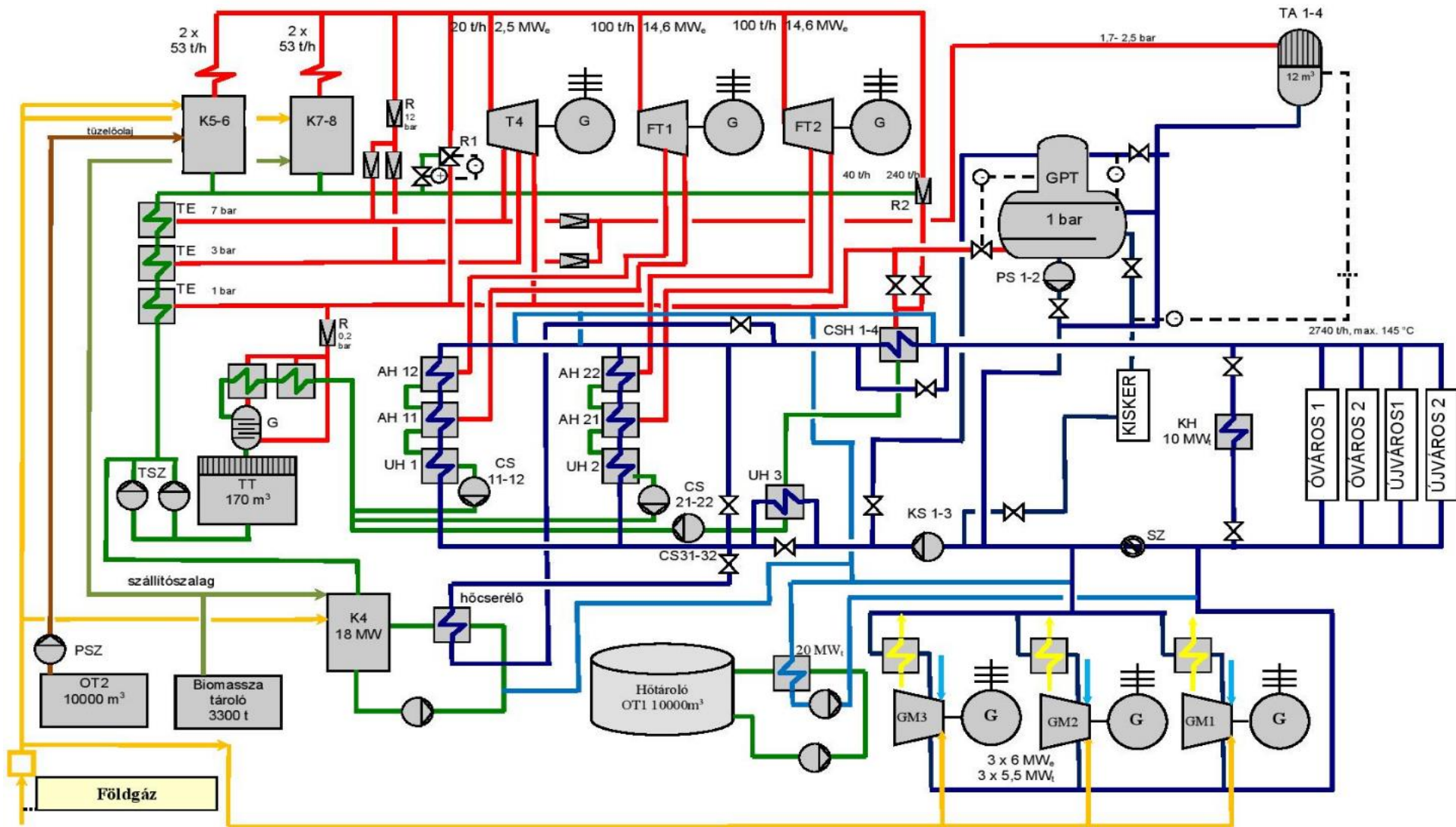
3. A biomassza tüzelésre történő átállás

A Tatabánya Erőmű több mint 120 éves létesítmény, mely már során számos átalakításon esett át igazodva az aktuális gazdasági helyzethez és műszaki elvárásokhoz. Az erőmű a forróvízhőt a T-SZOL Zrt-nek, a városi hőszolgáltatónak értékesíti, ők pedig a városban több, mint 20 ezer lakás és majdnem 2000 intézmény fűtési és használati melegvizigényét látják el. Az éves hőkiadás mértéke kb. 1 M GJ.

Cégünknel 2004-ben történt a régi szenes és alternatív olajtüzelésű gőzkazánok földgáz/olajtüzelésű technológiává történő átalakítása, ami jelentős egyszerűsítést hozott üzemviteli szempontból és a szigorodó környezetvédelmi határértékeknek való megfelelés is kikényszerítette a váltást. A 2008-as válság idején a drasztikus földgázár változások és az erre a piacra amúgy is jellemző kiszámíthatatlanságok, kőolaj indexálástól való függőségek miatt, valamint az erősödő zöldenergia irányába mutató környezetpolitikai elképzelések miatt döntöttünk úgy, hogy megújuló energiahordozó felhasználásának irányába fejlesztünk. A 3-1. ábrán megtekinthető az erőművünk egyszerűsített csőkapcsolása, feltüntetve a főbb paramétereket.

2014-en nyújtottunk be sikeres pályázatot a Gazdaságfejlesztési és INnovációs Operatív Program (GINOP) valamint a Környezet és Energia Operatív Program (KEOP) keretein belül és nyertünk mintegy 1,5 Mrd Ft vissza nem térítendő támogatást. A teljes beruházási költség kb 6 Mrd Ft volt, a fővállalkozó pedig az MVM OVIT Zrt. A pályázat 2 db régi földgáz/olajtüzelésű gőzkazán biomassza/földgáztüzelésű rendszerűvé történő átalakításáról, egy biomassza/földgáztüzelésű forróvízkazán létesítéséről, az ezekhez kapcsolódó biomassza feladórendszer kialakításáról szólt és a fejlesztéssel járó plusz munkaerő felvételéről.

Az átalakított/létesített kazánok teljesítménye nagyjából lefedi a városi távhőszolgáltatónál jelentkező téli hőigényeket, így megújuló energiából tudjuk fedezni az éves hőkiadás jelentős részét, a hűvösebb időszakokban, pedig bevethetőek a régi gáz/olajtüzelésű (jellemzően tartalékban álló) kazánok is. A hőt jellemzően kapcsoltan termeljük meg télen, 3 db elvételes, ellennyomású gőzturbina-generátor gépegyiséggel tudjuk fedezni a villamos önfogyasztásunkat ezen felül pedig a KÁT rendszerbe is értékesítünk. Nyáron tervezetten csak a forróvízkazánal üzemelünk, melynek a minimális terhelése (kb. 5 MW_{th}) a nyári hőigényekhez lett igazítva. A továbbiakban ismertetésre kerülnek a biomassza fejlesztéssel érintett főbb területek, az átalakítások és a technológiai folyamatok.



3-1. ábra – Az erőmű egyszerűsített csőkapcsolási rajza

3.1. Faapríték tárolása, feladása

Cégünk nem rendelkezik daráló vagy zúzógéppel, így a fásszárú biomassza, apríték formájában érkezik a telephelyünkre. Egy darológép üzemeltetése jelentősen emelné az amúgy is megnövekedett önfogyasztásunkat, nagyfokú karbantartási igénye van és a város közelsége miatt az engedélyeztetése is körülményesebb lett volna. A biomassza kazánjaink éves faapríték fogyasztása kb. 100 e tonna, hosszútávú szerződésünk van a fő beszállítónkkal, a helyi erdészettel, a Vértesi Erdő Zrt-vel, P45-ös méretosztályú anyag adásvételére. Az erdészet fenntartható gazdálkodásból származó tüzelőanyagot, jellemzően vágástéri nyesedékekből vagy egyéb, más célra gazdaságosan már fel nem használható aprítékot szállít részünkre. Nagyjából fele-fele arányban érkezik lágy- és keménylombos fafajta, az elmúlt évben az átlagos fűtőérték kb. 12 100 kJ/kg, nedvessége pedig 29 % volt. Az aprítékot jellemzően félpótkocsis, nyerges, mozgópaddal üritésű kamionokkal hozzák, egy téli napon jellemzően 20-40 teherautó érkezhet. Fontos a szállítmányok megfelelő koordinálása, különben jelentős torlódást okozhatnak a közutakon az egy időben érkező kamionok. A telephelyünkön a mérlegelés előtt több szállítmány várakozására elegendő hely áll rendelkezésre és a fuvarozók is koordinálják a beszállításokat, ezért ez nem probléma.

A biomassza tárolónkban kb. 4,5 méter magasra tudjuk depózni a tüzelőanyagot, ez mintegy 3000-3500 tonna tárolására elegendő. A biokazánok legnagyobb kiterheltsége mellett napi kb. 700-800 tonna apríték feladása szükséges, a munkaszüneti napokon jellemzően nincsen beszállítás, így a hétvégéhez szükséges anyagot is hétköznap kell beszállítani. A tárolót feltöltve 3-4 napig is tudunk üzemelni beszállítás nélkül. A fejlesztés során kialakításra kerültek az alábbi részek:

- egy nyitott és egy részben fedett, kopásálló betonból kialakított apríték tárolótér,
- 2 db 60 tonnás hídmérleg, a kamionok két irányból történő súlymérésére,
- kb. 200 méter hosszú szállítoszalag rendszer, valamint beszerzésre került 2 db homlokrakodógép az anyagmozgatáshoz,
- a plusz kezelőszemélyzetek (mérleg kezelők, mintavételezők, szállítoszalag kezelők és rakodógép kezelők) munkavégzéséhez és pihenéséhez szükséges fűtött, gépesített konténerek,
- a tárolótér körüli tűzivíz körvezeték, a már meglévő tűzivíz rendszer szükséges bővítésével,
- a szalagrendszer fölötti tűzvédelmi Sprinkler rendszer a szükséges szivattyúk telepítésével,
- a tüzelőanyag nedvességtartalmának méréséhez szükséges akkreditált laboratórium.

Télen kb. 4 nap alatt fel tudjuk adni a teljes tárolt készletet, nyáron azonban a minimális hőigények miatt, a fogyasztás is csekély. Ekkor csak kis mennyiségű apríték rendelése szükséges, ugyanis a betárolt faanyag nedvessége a deponálási idővel növekedhet (az esőzések és a levegő páratartalmának változása miatt), fűtőértéke csökkenhet, így nyáron fokozottan szükséges az apríték halmok időszakos átforgatása.

Jellemzően a nem fedett halmok nedvességtartalma a kupac belsejében és a szélén is egy átmeneti száradást követően az idő előrehaladtával növekedhet, fedett tároló esetében már

kevésbé van kitéve a tüzelőanyag az időjárási hatásoknak, így ez esetben száradás érhető el [14]. A kazánok üzemeltetése is megkívánja, hogy ne változzon hirtelen a tüzelőanyag minősége és az emissziós határértékeknek való megfelelés is megköveteli ezt. Így az apríték feladásnál, ha nagy a szórás a beérkezett szállítmányok nedvességtartalmai között, a nedvesebb szállítmányok esetleges pihentetése, forgatása mellett felváltva történik a tüzelőanyag feladás a szárazabb és a nedvesebb tüzelőanyag halmokból.

A szállítmányok ürítése után történik az apríték mintavételezése, akkreditált eljárás szerint. A szállítmányok tartalmazhatnak meddő, nem éghető anyagot, jellemzően követ, fémhulladékot, földet, mely szerződészerűen nem megengedett, de ennek tényét egy 90 m³-es rakomány ürítése után megalapozottan nem lehet megállapítani. Amennyiben az ürítés során észleli a mintavételező, hogy nagy mértékben található idegen anyag az apríték mellett, a leürített szállítmány visszarakodásra kerül a teherautóra, a kamion pedig visszafordításra. 47 % nedvességtartalomnál magasabb szállítmányokat nem veszünk át. A meddő összetevők közül a vasanyag az, ami technológiailag kiválasztható, erre a célra 2 db keresztirányú, állandó mágnessel ellátott, gumihevederes szalagot telepítettek, mely a fémhulladék nagyobb részét el tudja távolítani a rendszerből. Jellemzően csak kis mennyiségű meddő anyag érkezik a szállítmányokkal, mely nem okoz gondot a feladásnál, illetve a tüzelőberendezésekben sem.

A minták nedvességét a saját akkreditált laborunk méri meg és a szállítmányok lutrotonnája alapján fizetünk az erdészeti felé, így minél nedvesebb szállítmányt hoz a beszállító annál kisebb a szállítmány értéke. Ez az elszámolási módszer inkább a szárazabb anyag behozatalára ösztönöz, ami a kazánok üzemeltetése szempontjából is kedvezőbb.

A biokazánoknak kazánonként 2 db kb. 160 m³-es acélsilói vannak, ide történik a tárolótérről az apríték feladása, 2 db párhuzamos gumihevederes szállítószalagon keresztül. Ha az egyik oldalon üzemzavar lenne, akkor a működőképes szalagokkal is kielégíthető a maximális terhelésen üzemelő kazánok aprítékigénye. A silók elméletileg 8 órán keresztül tudnak aprítékot szolgáltatni a kazánoknak, de biztonsági okokból télen kb. 2-3 óránként történik a feladás.

3.2. Kazánpark

Az erőműben jelenleg 4 db gőzkazán üzemel, 2 db az új átalakított biomassza/földgáztüzelésű, fluidizációs elvű, membránfalas kialakítású (K7-8, egyenként 37 MW_{th} teljesítménnyel), 2 db régi olaj/földgáztüzelésű falazott kazán (K5-6, egyenként 41 MW_{th}), ez utóbbiak jellemzően tartalékban állnak és a fejlesztés során létesítésre került egy szintén fluidizációs elvű, membránfalas forróvízkazán (K4, 18 MW_{th} teljesítménnyel). A gőzkazánok kéthuzamos elrendezésűek, besugárzott tűzterűek, a vízszintes huzamban találhatóak a gőz túlhevítő felületek, a második huzamban pedig, ahol a füstgáz már függőlegesen lefelé halad, a tápvíz és levegő előmelegítő hőcserélő felületek kerültek kialakításra. A biogőzkazánoknál a szállópernye ragadósági hajlama miatt gőzös koromfűvók kerültek beépítésre (kazánonként 12 db) a túlhevítők és a 2. huzami hőcserélő felületek műszakszinten történő tisztítására. Ennek hiányában idővel olyan mértékben növekedne az elrakódás a felületeken, hogy a fokozatosan csökkenő teljesítőképesség miatt a tüzelőberendezés leállítása, kihűtése és a kézzel történő tisztítása lenne szükséges, ami a fűtési szezonon belül gazdaságtalan.

A beérkezett apríték hamutartalma kb. 1-2 %, a ragadóságot elsősorban a K_2O , kisebb mértékben a NaO tartalmak okozzák, ezek olvadáspontjai a kazánok tűztérhőmérsékletének tartományában vannak. A beérkezett apríték kémiai összetevőinek kb. 10 %-át alkotják az alacsonyabb olvadáspontú molekulák, ezek a fászszerű anyagokban alacsonyabbak, lágyszárú növények esetében magasabbak, ahol tehát ez utóbbit hasznosítják, ott ez a probléma erőteljesebben jelentkezik.

A forróvízes kazán esetében nem volt szükséges koromfűvók kiépítése, mert itt a hőcserélő felületek döntő részben a sík membránfalak, amik a kazán oldalai. A gőzkazánok esetében a füstgázjárat útjában található U csöves, hajlított csőkiágós hőcserélő felületek a pernye kiválásának fő kiinduló pontjai.

A biomassza tüzelésű kazánok mind fluidizációs elvű berendezések. Ez azt jelenti, hogy a sima rostélytüzelésű technológiával ellentétben itt a kazán tűzterébe adagolt aprítékot nem rostélyon, hanem egy kis magasságban, befúvott levegővel lebegtetett vagy buborékoltatott kvarchomokágyban tüzeljük el. A kazánok üzembe helyezésekor kazánonként 2 db földgázégővel történik az ágy felfűtése olyan hőmérsékletre (kb. $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra), hogy az aprítékot hozzáadagolva az égés már beinduljon és kb. $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál az égők leállíthatóak. A tűztér alján, a homokágy alatt kialakított fűvókákon keresztül befúvott levegőt nevezzük fluidizációs levegőáramnak, ami a gőzkazánjaink esetében egy kb. 15-20 tonna mennyiségű, kvarchomok ágyat fluidizál, innen adódik a technológia elnevezése. A levegőáram nagysága és a nyomások olyan mértékűek, hogy a kvarchomokot nem hordják ki a tűztérből (az a cirkulációs technológia), csak minimálisan megemelik a nyugalmi helyzetéből és mivel ez a fluidizáló ágy folyamatos mozgásban van, a beadagolt tüzelőanyag nagyobb hatásfokkal tud kiégni, mint a hagyományos rostélytüzelés esetében.

Nagy tisztaságú, magas olvadáspontú és SiO_2 tartalmú (>98 %) kb. 0,5-1,5 mm szemcsenagyságú kvarchomokkal lehetséges csak biztonságosan üzemeltetni a kazánjainkat (más paraméterű tüzelőberendezések esetében persze ez a méret is változhat), a hagyományos mosott homok nem megfelelő e célra, mert az alacsonyabb olvadáspontú szennyezőanyag tartalma miatt (ami jellemzően agyag), hajlamosabb lenne az összetapadásra, az összeálló nagyobb darabokat pedig a rendszer nem tudja már lebegtetni, a fluidágy besülhet. Itt újból meg kell említeni az apríték alacsonyabb olvadáspontú összetevőit is, melyek a homokkal együtt idővel összeragadnak, ezért is szükséges időszakosan frissíteni az ágyat, 2 óránként kb. $0,2-0,3\text{ m}^3$ salakot kell leengedni és utána friss homokkal pótolni azt, hogy az előírt 40-45 mbar nyomásesést az ágyon fent tudjuk tartani. Kevés helyen kapni ilyen tisztaságú homokot, jelenleg egy ábrahámhegyi homokbányából hozatjuk az anyagot (hasonlóan más erőművekhez). A biokazánok névleges tüzeléstechnikai hatásfoka majdnem 90 %, szemben egy kb. 80 % hatásfokú rostélyos technológiával.

A fluidágyban kb. $800-850\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os tűztérhőmérsékletet tartunk, így az NO_x emisszió is határértéken belül tartható, az éghető gázok megfelelő kiegészítését a fluidáramon kívül a tűztérzóna fölött befúvott kiegészítő levegőáram biztosítja, ezzel a CO emisszió csökkenthető, a kazánhatások pedig növelhető. A füstgázárammal távozó szállópernyét ciklon elvű berendezésekben, zsákos teflonszűrők választják le (melyek névleges leválasztási hatásfoka >99%), így a szilárdanyag emisszió sem okoz problémát. A pernyét csigás szállítórendszer továbbítja egy 100 m^3 -es silóba,

innen zárt felépítményű, pótkocsis kamionok tudják elszállítani az anyagot, télen jellemzően heti háromszor ~20 tonnás fuvarral.

A tüztér alján a rendszeresen eltávolított salak rostálásra kerül, a kb. 2 mm alatti frakciót kiválasztjuk és ezt visszavezetjük a kazánokba, a túlméretes szemcséket pedig a pernyével együtt egy helyi környezetvédelmi cég veszi át és hasznosítja vörösiszap tároló kazetták rekultivációjához. Az erőműben kb. 2000-2500 tonna pernye és 1000-1500 tonna salak termelődik évente. Ez utóbbi a rostálásnak köszönhetően kb. ötödére is csökkenthető és ezzel párhuzamosan az éves kb. 1000 tonna kvarchomok igény is arányosan mérsékelhető.

4. Összefoglalás

A biomassza tüzelésre történő átalakítás vagy zöldmezős beruházásként új technológia kiépítése tehát rentábilis lehet, amit az energiahordozó árak és a piaci helyzet is igazol, továbbá a hazai környezetvédelmi stratégiai célokkal is összhangban van, így ezzel foglalkozni a fosszilis tüzelőanyagot hasznosító távhőtermelő létesítmények esetében indokolt.

Azonban a szilárd tüzelésű technológiákra jellemző magasabb karbantartási és üzemeltetési igények, illetve a nagyobb beruházási költségek miatt elsősorban támogatásokkal szükséges ösztönözni a vállalatokat egy ilyen lépésre. Megvalósíthatósági tanulmány formájában érdemes részletesen vizsgálni a technológiai fejlesztés lehetőségét, kiterve a főbb kérdésekre: a kazánok gyártása és a kiszolgáló létesítmények telepítése gazdaságilag és műszakilag kivitelezhető-e (ipari méretű kazánok gyártásával kevés cég foglalkozik Európában); a tüzelőanyag kiválasztására (SRF, RDF, apríték, hulladék, szennyvíziszap stb.); az adott település honnan, milyen áron és milyen mennyiségben tud biomasszát beszerezni, a hosszútávú ellátás kérdésességére; az égéstermékeknek van-e a közelben felvevő piaca vagy zagyter kialakítása szükséges-e.

Ezekon kívül számos részletkérdés vizsgálandó és azoknak a cégeknek is érdemes továbbra is foglalkozni a lehetséges fejlesztési irányokkal, akik már meglétek egy hasonló technológiai váltást, hiszen a környezet- és gazdaságpolitikai célok a piaci helyzettel együtt változhatnak. Az azonban kijelenthető, hogy az elkövetkező évtizedek fő iránya (nem csak Európában, de itt különösképpen) a megújuló energiaforrások minél szélesebb körű felhasználása és az ehhez szükséges jogszabályozások és különböző támogatási formák kidolgozása. De a jelenlegi ismereteink szerint ez az irány egy globális, hosszútávú célkitűzés.

Az ismertetett szempontok alapján tehát javasolt a biomassza tüzelés felhasználásának irányába történő fejlesztési lehetőségek vizsgálata. Ahogy ez a cégünknel is megtörtént és kialakításra került a technológia, a nagyobb fokú karbantartási igények és a bonyolultabb üzemeltetés ellenére a piaci helyzet egyelőre visszaigazolja, hogy a beruházás reálisan megtérülhet.

5. Felhasznált források

- [1] Nemzeti Energiestratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig – ITM (2020)
- [2] 7/2006. (V.24.) TNM rendelet – az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- [3] A biomassza hasznosítása Magyarországon: Garay Róbert et al (2014)
- [4] Központi Statisztikai Hivatal – online adatszolgáltatás, Energiagazdálkodás (2019)
- [5] Energetika: Dr. Tóth Péter et al (2011)
- [6] A hazai távhőszabályozás értékelése és módosítási lehetőségei: Regionális Energiagazdászati Kutatóközpont (2019), <https://www.rekk.hu>
- [7] Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve, ITM (2018)
- [8] A MAGYAR TÁVHŐSZEKTOR 2019. ÉVI ADATAI: MaTáSzSz, MEKH
- [9] EU ETS kiosztás 2021-től: Nemzeti Klímavédelmi hatóság, <https://www.nkvh.kormany.hu>
- [10] Nemzeti Energia- és Klímaterv: Innovációs és Technológia Minisztérium (2018)
- [11] 2005. évi XVIII. törvény a távhőszolgáltatásról
- [12] HUPX Magyar Szervezett Villamosenergia-piac Zrt, <https://www.hupx.hu>
- [13] MAVIR (<https://www.mavir.hu/web/mavir/aktualis-informaciok>)
- [14] Department of Forest and natural Resources Management: Overhead Protection Increases Fuel Quality and Natural Drying of Leaf-On Woody Biomass Storage Piles, szerzők: Obste Therasme, Mark H. Eisenbies and Timothy A. Volk (2019), <https://www.researchgate.net>

6. Irodalomból átvett ábrák jegyzéke

- 1-1. ábra: A hazai távhőszabályozás értékelése és módosítási lehetőségei: Regionális Energiagazdászati Kutatóközpont (2019), 8. oldal, <https://www.rekk.hu>
- 2-1. ábra: Ember Climate – <https://www.ember-climate.org: carbon price viewer>
- 2-21. ábra: proPellets Austria, <https://www.propellets.at>, wood chips fuel prices
- 2-22. ábra: AleaSoft Energy Forecasting, <https://www.aleasoft.com>
- 2-3. ábra: Európai Bizottsági jelentés, <https://ec.europa.eu> - Electricity price statistics (2020), 7. oldal
- 2-4. ábra: Danish Energy Agency, FINDING YOUR CHEAPEST WAY TO A LOW CARBON FUTURE The Danish Levelized Cost of Energy Calculator, 4. oldal, <https://ens.dk>

Tatabánya, 2021.04.12.